

Projektkurztitel: Outdoor-Bekleidungssimulation (AiF 19472 BG)**Zielsetzung**

Das Ziel des Projektes war die Erarbeitung von anwendungsnahen Grundlagen und Methoden zur simulationsgestützt kombinierten Betrachtung von geometrischen, textilmechanischen und thermodynamischen Parametern und Prozessen zur Gestaltung und Auslegung von Outdoor-Textilien und -Produkten. Damit wird es künftig möglich, die bisher vorrangig an textilen Flächengebilden oder mehrlagigen Aufbauten experimentell bzw. simulationsgestützt ermittelten thermodynamischen Eigenschaften auch in ihrer Wirkung am Menschen unter Berücksichtigung der Produktform vorherzusagen.

Lösungsweg

Für die Untersuchungen wurden 5 sehr unterschiedliche Testpersonen sowie ein thermisches Manikin ausgewählt, die Körperformen im Scan-Prozess dreidimensional erfasst, die Körpermaße individuell bestimmt und die Daten dahingehend aufbereitet, dass sie in weiterführenden Simulationen Anwendung finden können.

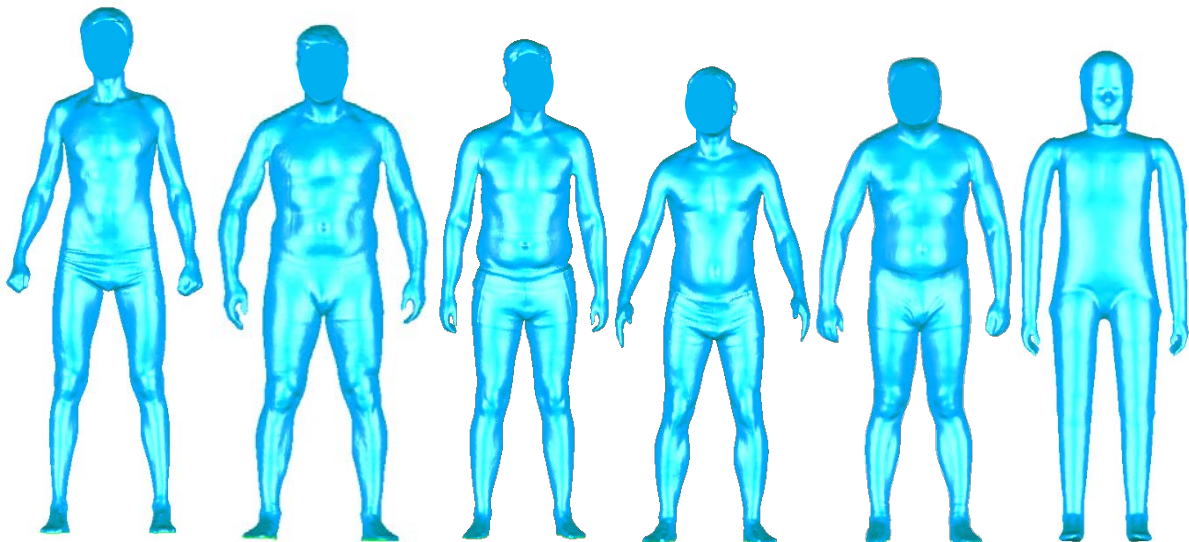


Abb. 1: 3D-CAD-Daten – Polygonmodelle (5 Testpersonen, Charlie)

Des Weiteren wurden personenindividuelle Bekleidungssysteme für zwei unterschiedliche Umgebungsbedingungen konstruiert und gefertigt. Die Charakterisierung der dazu verwendeten Materialien erfolgte geometrisch, textilmechanisch sowie thermodynamisch in Anlehnung an die für die jeweiligen Flächenkonstruktionen üblichen DIN-Normen und Vorschriften mit der an den Forschungseinrichtungen vorhandenen Standardprüftechnik bzw. mit entsprechend adaptierten Verfahren. Die Ergebnisse dienten als Eingangsparameter zur digitalen Darstellung der Passform, zur Analyse und Homogenisierung der Porengrößen und -verteilung im Bekleidungssystem sowie zwischen Mensch und Bekleidungssystem sowie zur simulativen Beurteilung des thermophysiological Tragekomforts.



Abb. 2: Bekleidungssysteme konstruiert, simuliert und gefertigt

Ergebnisse

Besondere Aufmerksamkeit galt der Bestimmung der Größe und Verteilung der Megaporen, welche sich zwischen dem Bekleidungssystem und dem virtuellen Menschmodell bzw. zwischen mehreren Bekleidungsschichten ausbilden. Das darin vorhandene Mikroklima beeinflusst maßgeblich den thermophysiologicalen Komfort. Dessen Charakterisierung und Quantifizierung ist eine Voraussetzung zur Durchführung der thermodynamischen Simulation und erfolgte im Anschluss an die Passformsimulation. Die Porengrößen und -verteilungen wurden materialabhängig (im Ergebnis der Passformsimulation sichtbar) und personenindividuell bestimmt und hinsichtlich ihres Einflusses auf die thermophysiologicalen Kenngrößen systematisch analysiert.

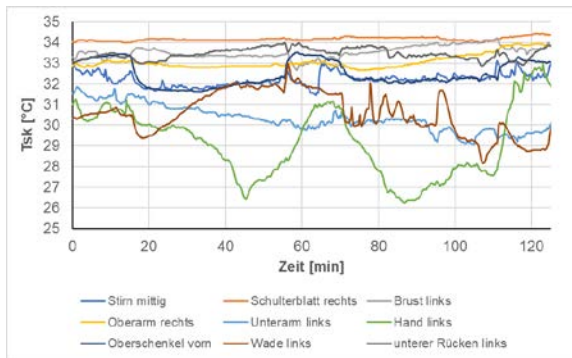
Volumen [cm ³]	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	Ch
V_{body}	85510	87380	85940	68310	85920	
V_c	31640	28757	24324	24453	25175	
V_{pc}	18304	16055	11929	13588	12737	
V_{pt}	6557	6245	6094	5342	6116	5736
V_{py}	4652	4430	4323	3790	4339	4069
V_f	2127	2026	1977	1733	1984	1861

V_{body} - Körpervolumen
 V_c - Kleidungs-volumen
 V_{pc} - Passformporenvolumen
 V_{pt} - Maschenporenvolumen
 V_{py} - Garnporenvolumen
 V_f - Filamentvolumen

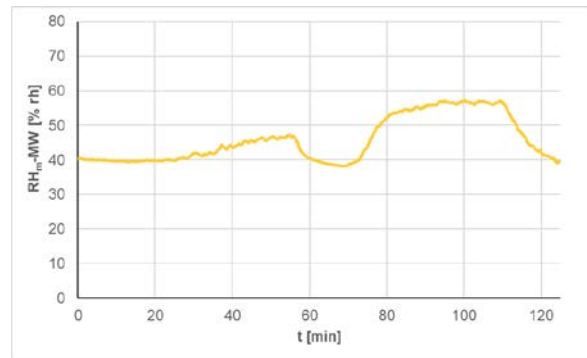
TP - Testperson; Ch - thermisches Manikin

Abb. 3: Porengrößenverteilung im Bekleidungssystem 2 (grün: Minimum; rot: Maximum), DITF

Trageversuche mit den Testpersonen sowie mit dem thermischen Manikin „Charlie“ wurden zur Bestimmung des thermophysiologicalen Verhaltens für die Outdoor-Bekleidungssysteme genutzt. Sie ermöglichten die Ermittlung von objektiven und subjektiven Kenngrößen für den wahrnehmbaren Komfort. Für die Trageversuche wurde eine Testprozedur mit unterschiedlichen Aktivitätslevel und Umgebungsbedingungen definiert, die im weiteren Verlauf ebenfalls in der thermodynamischen Simulation modelliert wurde. Die Ergebnisse der Trageversuche wurden zur Bewertung des Einflusses der Porengrößen auf den thermophysiologicalen Tragekomfort sowie zum Vergleich/Validierung mit den Ergebnissen aus der thermodynamischen Simulation herangezogen.



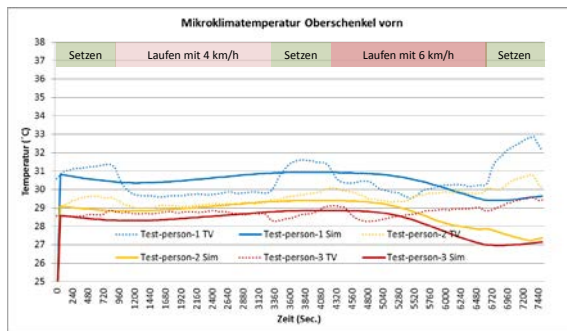
Hauttemperatur während der Testprozedur (Proband1, Bekleidungssystem1)



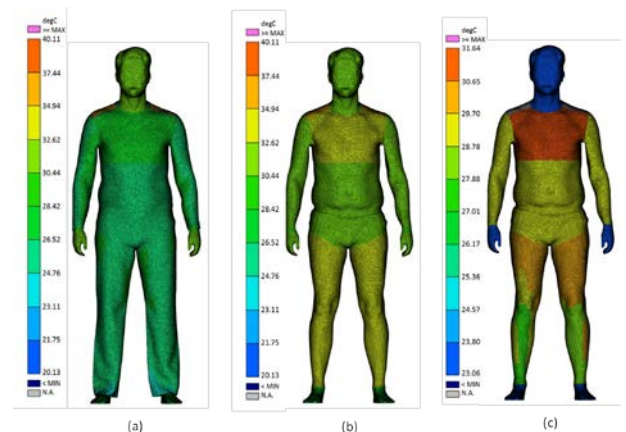
Zeitlicher Verlauf der mittleren Mikroklimateuchte für Bekleidungssystem 1 unter warm gemäßigten Bedingungen (Mittelwert über alle Sensoren und alle TP)

Abb. 4: Ergebnisse der Trageversuche (H/T)

In der Simulation wurden die Probanden sowie die individuell gefertigten Produkte dreidimensional digital dargestellt. Sowohl den Probanden als auch dem Bekleidungssystem wurden die erforderlichen Kennwerte (metabolisch, materialeitig) zugewiesen. Anschließend erfolgte im Rahmen dieses Projektes die Simulation des Wärmetransfers zwischen Mensch und Bekleidungssystem auf Basis einer kommerziell verfügbaren Software (Theseus FE, Fiala-Modell). Die Ergebnisse der Trageversuche bildeten die Grundlage für eine schrittweise Verbesserung der Modellierung.



Simulation der Temperatur des Mikroklimas und Vergleich zum Trageversuch (TV)



Temperatur der Bekleidungsoberfläche (a), der Haut (b), des Mikroklimas (c) unter Belastung (Gehen mit 6 km/h)

Abb. 5: Ergebnisse der thermophysiologischen Simulation

Aus den Untersuchungsergebnissen resultieren Grundlagen und Methoden für die Konstruktion und Auslegung von Outdoor- und Schutzbekleidung, die mit kommerziell verfügbaren Softwaretools ausgeführt werden können. Damit wird es für KMU erstmalig möglich, auf Basis von Simulationsdaten und der damit einhergehenden Parameterstudie wichtige Gestaltungshinweise für eine planmäßige Produktkonstruktion zur Umsetzung des gewünschten thermischen Komforts zu realisieren.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 19472 BR der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir danken den genannten Institutionen für die Bereitstellung der finanziellen Mittel. Der Abschlussbericht und weiterführende Informationen sind am Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden erhältlich.